

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 13 086.1

**Anmeldetag:** 24. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** Immobiliengesellschaft Helmut Fischer GmbH & Co  
KG, Sindelfingen/DE

**Bezeichnung:** Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung zur  
Messung der Dicke dünner Schichten

**Priorität:** 15.11.2002 DE 102 53 560.4

**IPC:** G 01 B, H 05 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Faust



Mammel und Maser  
Patentanwälte  
European Patent- and Trademark Attorneys

Ulrike Mammel,  
Dipl.-Chem., Dr. rer. nat

Jochen Maser,  
Dipl.-Ing.

Tilsiter Straße 3  
D-71065 Sindelfingen  
Tel. +49(0)7031/81944-0  
Fax +49(0)7031/81944-55  
info@mammelmaser.de  
www.mammelmaser.de

Ust-IdNr. DE813356290

Unser Zeichen: 13 600  
Datum: 24. März 2003

Anmelder: Immobiliengesellschaft Helmut Fischer GmbH & Co. KG,  
Industriestraße 21, 71069 Sindelfingen

**Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung  
zur Messung der Dicke dünner Schichten**

Die Erfindung betrifft eine Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten.

Zur Schichtdickenmessung an metallischen und nicht metallischen Schichten sind Messgeräte vorgesehen, welche eine Messsonde aufweisen, die auf den Messgegenstand aufgesetzt werden, um die Schichtdicke zerstörungsfrei zu messen. Hierfür werden bekannte elektromagnetische Verfahren, wie beispielsweise das magnetinduktive Verfahren als auch das Wirbelstromverfahren, eingesetzt.

Die Messsonde ist in dem Messgerät federnd nachgiebig gelagert. Beim Aufsetzen der Messsonde auf einen Messgegenstand taucht diese geringfügig gegenüber einer Aufnahme in der Messsonde ein. Die Messsonde weist Sensorelemente auf, welche durch dünne Anschlussdrähte an einer Leiterplatte angeschlossen sind. Die Anschlussdrähte sind über Lötstellen befestigt. Ebenso sind Anschlussleitungen vorgesehen, welche von der Leiterplatte nach außen führen und durch Lötstellen an den Leiterplatten befestigt sind. Aufgrund der Relativbewegung der Messsonde gegenüber der Aufnahme vor und nach der Durchführung einer Messung werden die Anschlussdrähte gegenüber den Anschlussstellen bewegt. Diese neigen dazu, unmittelbar an der Lötstelle zu brechen. Die Anbringung als auch die Reparatur der sehr dünnen Anschlussleitungen ist sehr aufwendig und kostenintensiv.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zu schaffen, welche eine kostengünstige Herstellung einer Messsonde, insbesondere als Serienprodukt, ermöglicht und eine Langlebigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

Durch den Einsatz von zumindest einem flexiblen Band, welches an einer Leiterplatte vorgesehen ist und wenigstens eine Anschlussleitung umfasst, ist ermöglicht, dass eine Vielzahl von Messungen durchgeführt werden, ohne dass ein Bruch der zumindest einen Anschlussleitung gegeben ist. Bei der Durchführung der Messung wird die Messsonde auf einen Prüf- oder Probenkörper aufgesetzt. Die Messsonde ist zumeist verschiebbar gegen beispielsweise eine Federkraft in einer Aufnahme geführt, so dass eine Anlage auf den Prüf- oder Probenkörper sichergestellt ist. Durch den flexiblen Anschluss der Messsonde zu weiteren Bauteilen über ein flexibles Band an der Leiterplatte ist ein Abknicken der Anschlussleitungen unmittelbar an der Lötstelle während der Bewegung der Messsonde beim Aufsetzen und Abnehmen von den Prüf- oder Probenkörper nicht gegeben und somit eine Bruchgefahr verhindert. Dadurch ist eine Langlebigkeit gegeben.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das flexible Band an einem der Leiterplatte gegenüberliegenden Ende eine Anschlussfahne aufweist. Dadurch kann die Messsonde nach dem Einsetzen in eine Führung in einfacher Weise an eine Steckverbindung am oder außerhalb des Gehäuses oder an eine Datenverarbeitungseinheit angeschlossen werden. Die Montage der Messsonde in eine Aufnahme und der Anschluss ist dadurch erheblich vereinfacht. Vorteilhafterweise sind sämtliche Anschlussleitungen für die Leiterplatte und daran vorgesehene Bauteilkomponenten als auch für die Sensorelemente in einem flexiblen Band zusammengefasst und aus dem Gehäuse der Messsonde herausgeführt. Dadurch werden die Herstellung, die Handhabung und die Montage zusätzlich erleichtert, wodurch eine kostengünstige Serienproduktion gegeben ist.

Alternativ kann für bestimmte Anwendungsfälle ebenso geeignet und auch vorgesehen sein, dass beispielsweise die Anschlussleitungen der Sensorelemente separat zu den Anschlussleitungen für die Leiterplatte in jeweils einem flexiblen Band vorgesehen sind.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die zumindest eine Leiterplatte aus einer festen Schicht und einer flexiblen Schicht besteht und die flexible Schicht bereichsweise von der festen Schicht getrennt und als flexibles Band ausgebildet ist. Diese Anordnung weist den Vorteil auf, dass eine Serienfertigung für Leiterplatten möglich ist, wobei die Herstellung von Anschlussleitungen kostengünstig in einem Automationsprozess erfolgen kann. Des Weiteren ist durch diese Ausgestaltung eine langlebige Anbindung der Anschlussleitung an die Leiterplatte gegeben, welche bei der Herstellung in das zumindest eine flexible Band eingebunden ist. Die Anschlussleitungen in der flexiblen Schicht sind in dem Bereich, der durch die feste Schicht aufgenommen ist, vorzugsweise als Leiterbahnen ausgebildet, so dass eine gute und sichere Kontaktierung zwischen Leiterbahnen und Anschlussleitungen gegeben ist. In dem anderen Bereich sind die Anschlussleitungen in dem flexiblen Band vorgesehen, welche bei der Herstellung der Leiterplatte der flexiblen Schicht entspricht. Die feste Schicht wird in dem Bereich, in dem das flexible Band einen Bewegungs-

bereich erfordert oder die Anordnung von weiteren Bauelementen vorgesehen ist, entfernt, ausgeschnitten oder ausgestanzt. Des weiteren kann durch den Einsatz dieser Leiterplatte die Bauteilgröße verringert werden, da bei der automatisierten Herstellung gegenüber der manuellen Fertigung eine Verkleinerung der Bauteile kostengünstiger ermöglicht ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das flexible Band aus einem Gehäuse herausgeführt. Durch das flexible Band sind die Leitungen vor Knickung, Beschädigung und Bruch geschützt.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Sensorelement der zumindest einen Leiterplatte zugeordnet ist, welches gegenüber der Leiterplatte nicht bewegbar ist. Durch diese feste Zuordnung von nicht bewegten Bauelementen, die wiederum durch Anschlussleitungen miteinander verbunden sind, wird vermieden, dass die Anschlussleitungen unmittelbar an den Lötstellen brechen. Dadurch kann eine langlebige Anordnung und Kontaktierung durch Anschlussdrähte zwischen zumindest einer Leiterplatte und zumindest einem Sensorelement gegeben sein.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest eine weitere Leiterplatte vorgesehen ist, welche zumindest ein Sensorelement aufnimmt. Diese vorteilhafte Ausgestaltung ermöglicht die Verringerung der Montagekosten und Bauteilkosten durch die Integration von Bauteilen in oder an den Leiterplatten, die auch in Anpassung an den Herstellungsprozess an den Leiterplatten angeordnet sind. Beispielsweise können in der Herstellung zwei Bauteilgruppen parallel hergestellt werden, welche im Anschluss zusammengesetzt werden, bevor diese in einem Gehäuse der Messsonde integriert werden. Die erste Bauteilgruppe umfasst beispielsweise die Schaltung und die zweite Bauteilgruppe die Sensorelemente.

Bei den vorgenannten vorteilhaften Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die erste und weitere Leiterplatte oder die erste Leiterplatte und die Sensorelemente in einem Verbindungsbereich Kontaktierungsstellen umfassen, die durch eine Lötverbindung miteinander verbindbar sind. Da-

durch kann vorteilhafterweise zumindest teilweise oder vollständig auf Anschlussdrähte und der zeitintensiven Verbindung durch Einzellötung verzichtet werden. Es werden die vorgesehenen Lötstellen oder Löt pads miteinander verbunden. Dieser Prozess kann wiederum automatisiert werden, so dass eine vorgefertigte Baugruppe aus diesen zumindest zwei Leiterplatten oder einer Leiterplatte und zumindest einem Sensorelement zum Einsetzen in das Gehäuse bereitgestellt werden kann.

Alternativ ist vorgesehen, dass die erste Leiterplatte und die zumindest weitere Leiterplatte durch ein flexibles Band, welches Anschlussleitungen umfasst, miteinander verbunden sind. Somit kann an der ersten oder zweiten Leiterplatte eine flexible Schicht vorgesehen sein, welche an der anderen Leiterplatte mit einer Anschlussfahne durch eine Steckverbindung oder umgekehrt anordenbar ist. In diesem Ausführungsbeispiel können die erste und die zweite Leiterplatte bewegbar zueinander vorgesehen sein. Die weitere Leiterplatte nimmt bevorzugt die Sensorelemente auf. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann die weitere Leiterplatte auch nur aus Sensorelementen bestehen.

Eine weitere alternative Ausgestaltung sieht vor, dass die erste Leiterplatte einen Aufnahmeabschnitt aufweist, an dem die Sensorelemente positionierbar sind. Dieser Aufnahmeabschnitt entspricht in der Funktion einer weiteren Leiterplatte. Der Aufnahmeabschnitt ist einstückig an der ersten Leiterplatte vorgesehen und zur Aufnahme und Anordnung der Sensorelemente ausgebildet. Dadurch kann die Anzahl von Lötstellen zwischen der ersten und weiteren Leiterplatte reduziert werden und die dazwischen liegenden separaten Anschlussleitungen entfallen.

Eine erste vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung zur Durchführung eines magnetinduktiven Verfahrens sieht vor, dass ein Hallsensor an einer weiteren Leiterplatte vorgesehen ist, welchem gegenüberliegend an der Leiterplatte ein Feldkonzentrator und ein Magnet zugeordnet ist. Der Hallsensor ist mittels Löt punkten zur Leiterplatte verbunden. Die Teile sind nicht bewegt zueinander angeordnet und können in der automatischen Fertigung zueinander positioniert und kontaktiert werden. Die Anschlussleitungen des Hallsensors sind in einer die Leiterplatte durchdrin-

genden Weise vorgesehen, so dass durch zwei zueinander korrespondierende Lötstellen der ersten und weiteren Leiterplatte eine elektrische Verbindung ohne bewegte Teile ermöglicht ist.

Zum Einsatz der Messsonde für das magnetinduktive Verfahren als auch das Wirbelstromverfahren ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass an der weiteren Leiterplatte konzentrisch zum Hallsensor eine Spule vorgesehen ist, um in Abhängigkeit der Messung von metallischen und nicht metallischen Schichtdicken das geeignete Messverfahren auszuwählen, so dass eine Messung der Schichtdicke mit nur einer Sonde ermöglicht ist. Die Anschlussleitungen der Spule sind in der Leiterplatte integriert und in Analogie zu denen des Hallsensors ausgebildet. Alternativ können die Anschlussleitungen auch aus der weiteren Leiterplatte herausgeführt und an der ersten Leiterplatte vorgesehen sein. Da die Teile nicht zueinander bewegbar sind, ist eine Bruchgefahr nicht gegeben.

Eine alternative Ausführungsform der Messsonde weist für die Durchführung einer Messung nach dem magnetinduktiven Verfahren eine Primär- und Sekundärspule auf, welche einem Weicheisenmagneten, vorzugsweise einem Topfmagneten, zugeordnet sind. Diese Primär- und Sekundärwicklungen sind der zumindest ersten Leiterplatte zugeordnet und können beispielsweise durch ein flexibles Band oder durch separate Anschlussleitungen mit der ersten Leiterplatte verbunden sein. Im eingebauten Zustand sind diese Teile nicht bewegbar zueinander positioniert.

Die zumindest erste Leiterplatte der Messsonde weist einen Oszillator auf. Dadurch kann der kritische Leitungsweg zwischen Oszillator und Spule kurz gehalten werden, wodurch die Qualität der Messung erhöht und der Leitungsquerschnitt verringert werden kann. Weitere für die Schaltung, Auswertung und/oder Ausgabe von Daten erforderliche Komponenten können vorgesehen sein.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Messsonde sieht vor, wonach die zumindest erste Leiterplatte und die Sensorelemente in dem Gehäuse mit einer elektrisch nicht leitfähigen Masse fest eingegossen sind. Die flexiblen Anschlussleitungen werden über eine Öffnung aus dem Gehäuse her-

ausgeführt. Durch diese Einbringung der Masse werden die Bauteile in ihrer Position zueinander gesichert, so dass eine Bruchgefahr als auch Schwächung der Kontaktstellen durch Schwingungen während des Einsatzes und des Transportes der Messsonde verhindert werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die zumindest erste Leiterplatte durch eine vorzugsweise schlitzförmige Ausnehmung aus einem Deckel des Gehäuses zumindest teilweise herausgeführt wird. Der Deckel ist vorzugsweise metallisch ausgebildet. Durch eine Lötverbindung zwischen dem Deckel und der Leiterplatte kann ein Masseausgleich in einfacher Weise gegeben sein.

Um das flexible Leitungsband, welches von dem Gehäuse der Messsonde nach außen führt, nur auf Biegung zu beanspruchen, ist an dem Gehäuse der Messsonde ein Zapfen oder eine Nut vorgesehen, um mit einem komplementären Element der Aufnahme für die Messsonde als Verdrehsicherung zu wirken.

Das Gehäuse der Messsonde ist in einer Aufnahme durch eine Führung gehalten. Hierfür können an dem Gehäuse als auch an der Aufnahme für die Messsonde, welche das Gehäuse umgibt, beispielsweise axial sich erstreckende Vorsprünge vorgesehen sein, um beispielsweise eine Drei- oder Fünfpunktlagerung vorzusehen.

Die erfindungsgemäße Messsonde findet bevorzugt ihren Einsatz in einem Handgerät. Alternativ kann vorgesehen sein, dass diese Messsonde auch von einem Gehäuse umgeben ist, welches eine Anschlussleitung zu einem stationären Messgerät bzw. ein Funkmodul umfasst, oder als Handmesssonde ausgebildet ist. Das Gehäuse kann beispielsweise eine federbelastete Führungshülse umfassen, um ein sicheres Aufsetzen und Anliegen der Messsonde auf Messgegenstände zu ermöglichen.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen derselben werden im folgenden anhand dem in der Zeichnung dargestellten Beispiel näher beschrieben und erläutert. Die der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmenden Merkmale können einzeln für



sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination erfindungsgemäß angewandt werden. Es zeigen:

- Figur 1 einen schematischen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Messsonde, die in einer Aufnahme positioniert ist,
- Figur 2 eine schematische Ansicht von unten auf die Messsonde gemäß Figur 1,
- Figur 3 eine schematische Detailansicht der Bauteilkomponenten einer Messsonde,
- Figur 4 eine Schnittdarstellung entlang der Linie III-III in Figur 3 und
- Figur 5 eine schematische Ansicht einer alternativen Kontaktierung der Messsonde zur Vorrichtung.

In Figur 1 ist eine Messsonde 11 für eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten dargestellt. Diese Messsonde 11 wird zur zerstörungsfreien Schichtdickenmessung eingesetzt. Die Messsonde 11 umfasst ein Gehäuse 12, welches in einer Aufnahme 13 eingesetzt ist. Diese Aufnahme 13 kann Teil eines Schichtdickenmessgerätes in Form eines stationären Gerätes oder eines Handgerätes sein. Ebenso kann diese Aufnahme in einer Handmesssonde vorgesehen sein. Die Messsonde 11 umfasst eine erste Leiterplatte 16, die einer weiteren Leiterplatte 17 zugeordnet ist. Die Leiterplatten 16, 17 sind in dem Gehäuse 12 durch eine Masse 18 fest eingebettet, wobei am unteren Ende des Gehäuses 12 eine Aufsetzkalotte 19 vorgesehen ist, welche aus dem unteren Abschnitt des Gehäuses 12 herausragt. Das Gehäuse 12 ist an einem oberen Ende durch einen vorzugsweise metallischen Deckel 21 geschlossen. An einer Außenseite des Deckels 21 greift ein Federelement 23 an, welches die Messsonde 11 in eine untere Position überführt, wobei die Messsonde 11 aus der Aufnahme 13 herausragt. Beim Aufsetzen der Messsonde 11 auf einen nicht näher dargestellten Messgegenstand kann die Messsonde 11

in die Aufnahme 13 eintauchen, bis beispielsweise die Aufnahme 13 an dem Messgegenstand aufliegt. Zur Verdrehsicherung der Messsonde 11 ist an dem Gehäuse 12 ein Vorsprung oder Zapfen 26 vorgesehen, der in einer Nut 27 der Aufnahme 13 geführt ist. Eine derartige Verdrehsicherung kann auch weitere beliebige Ausführungsformen umfassen, welche die Funktion der Verdrehsicherung erfüllen. Die Aufnahme 13 ist durch axial sich erstreckende Vorsprünge geführt, die sowohl an dem Außenumfang des Gehäuses 12 als auch an dem Innenumfang der Aufnahme 13 vorgesehen sein können.

Die erste Leiterplatte 16 ist durch eine schlitzförmige Öffnung 31 in dem Deckel 21 aus dem Gehäuse 12 herausgeführt und weist Kontaktierungsstellen 32 auf, welche zum Potentialausgleich vorgesehen sind. Alternativ kann auch eine Pressung zwischen Kontaktelementen der Leiterplatte 16 und der stützförmigen Öffnung 31 vorgesehen sein.

Die Leiterplatte 16 umfasst eine feste Schicht 34 und eine flexible Schicht 36. Die feste Schicht 34 bildet eine Tragstruktur, auf der elektrische Bauteile für Sensorelemente 37, 38 vorgesehen sind. Die flexible Schicht 36 ist bereichsweise auf der festen Schicht 34 vorgesehen und bereichsweise von der festen Schicht 34 abgelöst. Die flexible Schicht 34 umfasst einen Abschnitt, der als flexibles Band 39 ausgebildet ist und Anschlussleitungen 41 umgibt, welche ummantelt von dem flexiblen Band 39 aus dem Gehäuse 12 herausgeführt sind. Bevorzugt ist ein flexibles Band 39 vorgesehen, durch welches sämtliche Anschlussleitungen 41, welche für die Komponenten der Messsonde 11 erforderlich sind, in das oder aus dem Gehäuse 12 geführt werden. Am einen Ende des flexiblen Bandes 39 ist eine Anschlussleitung 42 vorgesehen, welche durch eine Steckverbindung an einem weiteren Anschlusselement der Messvorrichtung positioniert ist. Das weitere Anschlusselement kann eine Datenverarbeitungseinheit wie eine Rechen-, Speicher-, Ausgabe- und/oder Auswerteeinheit umfassen. Ebenso kann diese Steckverbindung an einer Signalleitung angeordnet sein, welche zu einem stationären Messgerät führt.

Der Begriff der Leiterplatte kann sowohl im klassischen Sinne verstanden werden, wonach Leiterbahnen und elektrische Bauteile und dergleichen vorgesehen sind als auch lediglich als Bauteil, welches die Anschlussleitungen der Sensorelemente aufnimmt, um in zumindest ein flexibles Band überzuführen.

In den Figuren 2, 3 und 4 sind Detaildarstellungen von Bauteilkomponenten der Messsonde 11 dargestellt. Die in den Figuren dargestellte Messsonde 11 ermöglicht die Durchführung des Messverfahrens nach dem magnetinduktiven und dem Wirbelstromprinzip. Das Wirbelstromverfahren wird eingesetzt zur Messung der Dicke von elektrisch nicht leitenden Schichten auf Nichteisenmetallen, zum Beispiel von Farben, Lacken, Kunststoff auf Aluminium, Kupfer, Messing, Edelstahl oder anodisierten Schichten auf Aluminium. Bevorzugt wird eine Frequenz von mehr als 1000 Hz verwendet. Die Schichtdickenmessung erfolgt in einem Messbereich bis beispielsweise 1500  $\mu\text{m}$ . Das magnetinduktive Messverfahren eignet sich zur Messung der Dicke von Nichteisen-Metallschichten, wie beispielsweise Chrom, Kupfer, Zink oder dergleichen auf Stahl und Eisen als auch für Farb-, Lack- und Kunststoffschichten auf Stahl und Eisen. Der Messbereich liegt beispielsweise bei einer Schichtdicke bis zu 1800  $\mu\text{m}$ . Bevorzugt wird eine Frequenz von weniger als 300 Hz verwendet.

Für dieses duale Messprinzip sind die beispielsweise nachfolgenden Komponenten vorgesehen. An der Leiterplatte 17 ist ein Sensorelement 37 als vier- oder sechspoliger Hallsensor ausgebildet, der über vier Lötstellen 43 zur Leiterplatte 17 kontaktiert ist. Innerhalb der Leiterplatte 37 ist eine Anschlussleitung 49 zu einer Kontaktstelle 44 vorgesehen. Diese Kontaktstelle 44 ist, wie im Schnitt gemäß Figur 4 dargestellt ist, vierfach ausgebildet. Diese Kontaktstelle 44 korrespondiert mit einer Kontaktstelle der Leiterplatte 16, so dass im zusammengesetzten Zustand, wie in den Figuren 1 und 3 dargestellt, durch eine Lötstelle ohne freiliegende Anschlussleitungen eine elektrisch leitende Datenverbindung geschaffen ist. Diese Lötstelle kann prozessautomatisiert hergestellt werden.

Der Hallsensor 37 nimmt auf der einen Seite die Aufsetzkalotte 19 auf. Die Aufsetzkalotte 19 ist in der Höhe gering ausgebildet, so dass der Hallsensor 37 so nahe wie möglich an der Planfläche der Aufsetzkalotte 19 und somit zur Messoberfläche des Messgegenstandes liegt. Die Aufsetzkalotte 19 ist aus Rubin oder aus Diamant gefertigt. An der gegenüberliegenden Seite ist ein Feldkonzentrator 47 und Magnet 48 vorgesehen. Der Feldkonzentrator 47 ist aus Weicheisen mit einer geringen Remanenz ausgebildet.

Die Leiterplatte 17 nimmt konzentrisch zum ersten Sensorelement 37 ein weiteres Sensorelement 38 auf, welches als Spule 51 ausgebildet ist. Die Spule 51 ist so klein wie möglich ausgebildet. Im Durchmesser gesehen umgibt die Spule den Hallsensor. Diese Spule 51 ist in die Leiterplatte 17 eingesetzt, integriert oder eingegossen und deren Anschlussleitungen führen zu Kontaktstellen 52. Diese Kontaktstellen 52 korrespondieren wiederum mit Kontaktstellen der Leiterplatte 16. Somit können die Kontaktstellen 44 und 52 der Leiterplatten 16 und 17 durch eine einfache Lötverbindung miteinander verbunden und durchkontaktiert werden. Alternativ können Anschlussdrähte der Spule 51 durch die Leiterplatte 17 hindurchgeführt werden, um diese an separaten Löt pads 53 der ersten Leiterplatte 16 vorzusehen. Des Weiteren können die Kontaktstellen 44 und 52 zusammengelegt werden. Alternativ zur Positionierung der Spule 51 an oder in der Leiterplatte 17 kann die Spule an den Feldkonzentrator 47 nahe zum Hallsensor 37 angeordnet sein. Der Hallsensor 37 wird zur Durchführung von Messungen auf Eisen durch ein hochfrequentes Wechselfeld angeregt. Bei einem niederfrequenten Gleichfeld reagiert der Hallsensor 37 nur auf Eisen.

Die Leiterplatte 16 weist eine U-förmige Gestalt auf. Die feste Schicht 34 ist entfernt, um die flexible Schicht 36 aus einem Gehäuse 12 herausführbar vorzusehen. Im Bereich des Jochs 56 sind elektrische Bauteile vorgesehen, beispielsweise ein Oszillator 57 für die Spule 51. Das flexible Leitungsband 39 geht im Joch 56 in die flexible Schicht 36 über. Die Anschlussleitungen 41 der Sensorelemente 37, 38 als auch der elektrischen Bauteile, wie beispielsweise dem Oszillator 57, sind auf der Leiter-

platte 16 angeordnet oder integriert und münden im Bereich des Jochs 56 in das flexible Band 39.

Die Leiterplatte 17 weist gemäß Figur 4 in der Draufsicht gesehen eine Bohrung 61 auf, um den Feldkonzentrator 47 aufzunehmen. Links und rechts dieser Bohrung 61 erstreckt sich eine nutenförmige Vertiefung 62, welche zur Positionierung und Fixierung der Leiterplatte 16 dient. Zur Montage werden die vorgefertigte Leiterplatten 16, 17 zueinander positioniert, so dass die Leiterplatte 16 in der Vertiefung 62 zur Leiterplatte 17 senkrecht steht. Im Anschluss daran werden die beiden Leiterplatten 16, 17 zueinander fixiert, beispielsweise verklebt, geklemmt, gelötet und die Kontaktstellen 44 und 52 durch eine Lötverbindung miteinander verbunden.

Die Leiterplatte 16 weist im Bereich des Jochs 56 gegenüber den Seitenflächen hervortretende Abschnitte 64 auf. Diese sind bei der Konfektionierung der Leiterplatten 16 als Verbindungen zu jeweils benachbarten Leiterplatten 16 vorgesehen, so dass bei der Herstellung dieser Leiterplatten 16 im Mehrfachnutzen gearbeitet werden kann und diese Abschnitte als Sollbruchstelle zur Vereinzelung der Leiterplatten 16 dienen. Im oberen Bereich des Jochs 56 der Leiterplatte 16 sind die Kontaktierungsstellen 32 für den Potentialausgleich vorgesehen.

Die Messsonde 11 kann für die ausschließliche Messung nach dem magnetinduktiven Verfahren eine Ausgestaltung umfassen, bei der das Sensorelement 38 nicht vorgeschlagen ist. Das Sensorelement 37 kann an der Leiterplatte 17 oder auch unmittelbar an der Leiterplatte 16 vorgesehen sein beziehungsweise die Leiterplatte 16 kann einen dem Joch 56 gegenüberliegenden Abschnitt aufweisen, an welchem das Sensorelement 37 unmittelbar angeordnet ist. Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Sensorelement 37 durch Anschlussleitungen an der Leiterplatte 16 befestigt ist, das beispielsweise zu einem flexiblen Band 39 angeordnet ist.

Alternativ zum Einsatz eines Hallsensors als Sensorelement 37 und einer Spule 51 als Sensorelement 38 ist auch ermöglicht, eine Primär- und

Sekundärspule mit einem Magneten oder Topfmagneten an der Leiterplatte 17 vorzusehen, um eine Messung nach dem magnetinduktiven Verfahren durchzuführen. Die Anschlussleitungen der Primär- und Sekundärwicklung können über ein flexibles Band 39 zur Leiterplatte 16 befestigt sein oder unmittelbar an Kontaktstellen der Leiterplatte 16 kontaktiert werden. Durch die Einbettung der Komponenten in eine Masse, wie beispielsweise Harz, Gieß- oder Füllmasse oder dergleichen, sind die Teile nicht zueinander bewegt, so dass die Bruchgefahr der Lötverbindungsstellen nicht gegeben ist. Zur Durchführung des Messverfahrens sind bevorzugt die Komponenten für das magnetinduktive und das Wirbelstrommessverfahren in der Leiterplatte 17 integriert oder daran angebracht. An der Leiterplatte 17 sind vorgesehen ein Hallsensor, zumindest eine erste und eine zweite Spule, die im Durchmesser und/oder der Anzahl der Windungen unterschiedlich sind. Durch eine entsprechende Schaltung der Komponenten können in Abhängigkeit der Messaufgabe, also Schichtdicke und Art des Trägermaterials und der Beschichtung, die einzelnen Komponenten zur Durchführung der Messung angesteuert werden.

In Figur 5 ist eine alternative Ausführungsform zur Weiterleitung der ermittelten und erfassten Informationen an eine Datenverarbeitungsanlage über die Anschlussleitung 41 dargestellt. Beispielsweise befindet sich auf einer Innenseite der Aufnahme 13 zumindest eine Kontaktschiene 71, welche mit einer Kontaktfeder 72 eines Steckers 53 kommuniziert, der an dem Gehäuse 12 positioniert ist. Der Stecker 53 nimmt die Anschlussfahne 42 auf. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Gehäuse 12 durch den Deckel 21 abgeschlossen. In Abhängigkeit der Anzahl von Anschlussleitungen 41 kann eine entsprechende Anzahl von Kontaktfedern 72 und Kontaktschienen 71 vorgesehen sein. Diese Kontaktierung beruht dem Prinzip eines Schleifkontaktes, der ermöglicht, dass das Gehäuse 12 eine Relativbewegung in der Aufnahme 13 durchführen kann. Anstelle einer Kontaktfeder 72 können auch Kontaktstifte oder dergleichen vorgesehen sein. Eine derartige Anordnung ist auch spiegelbildlich möglich. Diese Anordnung weist den Vorteil auf, dass nach einem Einsetzen des Gehäuses 12 in die Aufnahme 13 ohne weitere Montagearbeiten ein Anschluss ermöglicht ist.

Die Ausgestaltung der Leiterplatte, bestehend aus einer festen und einer flexiblen Schicht, wird auch als Starr-Flex-Leiterplatte bezeichnet. Diese Leiterplatte kann eine oder mehrere flexible Bänder 39 umfassen, in denen ein oder mehrere Anschlussleitungen gegen Bewegungsbruch gesichert aufgenommen sind. Ebenso kann auch die erste und zumindest eine weitere Leiterplatte durch ein flexibles Band miteinander verbunden sein.



Mammel und Maser  
Patentanwälte  
European Patent- and Trademark Attorneys

Ulrike Mammel,  
Dipl.-Chem., Dr. rer. nat

Jochen Maser,  
Dipl.-Ing.

Tilsiter Straße 3  
D-71065 Sindelfingen  
Tel. +49(0)7031/81944-0  
Fax +49(0)7031/81944-55  
info@mammelmaser.de  
www.mammelmaser.de

Ust-IdNr. DE813356290

Unser Zeichen: 13 600

Datum: 24. März 2003

Anmelder: Immobiliengesellschaft Helmut Fischer GmbH & Co. KG,  
Industriestraße 21, 71069 Sindelfingen

### Ansprüche

1. Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten, mit einem Gehäuse (12), welches zumindest eine Leiterplatte (16) und zumindest ein der Leiterplatte (16) zugeordnetes Sensorelement (37, 38) aufweist und mit einer Aufsetzkalotte (19), welche am unteren Ende des Gehäuses (12) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein flexibles Band (39), welches wenigstens eine Anschlussleitung (41) umfasst, an der zumindest eine Leiterplatte (16) vorgesehen ist.
2. Messsonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Band (39) am freien Ende eine Anschlussfahne (41) aufweist.



3. Messsonde nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Leiterplatte (16) aus einer festen Schicht (34) und einer flexiblen Schicht (36) besteht und die flexible Schicht (36) bereichsweise getrennt von der festen Schicht (34) vorgesehen und als flexibles Band (39) ausgebildet ist.
4. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Band (39) aus dem Gehäuse (12) herausgeführt ist.
5. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Leiterplatte (16) und das zumindest eine Sensorelement (37, 38) fest zueinander angeordnet sind.
6. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Leiterplatte (16) zumindest eine weitere Leiterplatte (17) zugeordnet ist, welche das zumindest eine Sensorelement (37, 38) aufnimmt.
7. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zumindest eine weitere Leiterplatte (16, 17) fest zueinander verbindbar sind und in den aneinandergrenzenden Bereichen Kontaktierungsstellen (44) aufweisen, die miteinander verbindbar sind.
8. Messsonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (16) und zumindest eine weitere Leiterplatte (17) durch wenigstens ein flexibles Band (39), welches wenigstens eine Anschlussleitung aufweist, verbunden sind.
9. Messsonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zumindest eine weitere Leiterplatte (16, 17) einstückig ausgebildet sind.

10. Messsonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine weitere Leiterplatte (17) einen durch Kontaktierungsstellen angeordnetes Sensorelement (37) als Hallsensor aufnimmt und gegenüberliegend einem von der Leiterplatte (17) aufgenommenen Feldkonzentrator (47) und Magneten (48) angeordnet ist.
11. Messsonde nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das als Hallsensor ausgebildete Sensorelement (37) Anschlussleitungen (49) umfasst, welche durch die Leiterplatte (17) hindurchgeführt sind und über Anschlussstellen (44) an der ersten Leiterplatte (16) kontaktierbar sind.
12. Messsonde nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine weitere Leiterplatte (17) ein konzentrisch zum ersten Sensorelement (37) angeordnetes zweites Sensorelement (38) aufweist, welches als Spule ausgebildet ist, deren Anschlussleitungen (54) an der ersten Leiterplatte (16) vorgesehen sind.
13. Messsonde nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Kontaktierungsstellen (44, 52) als Lötstellen im Bereich der ersten und weiteren Leiterplatte (16, 17) vorgesehen sind.
14. Messsonde nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Sensorelement (37, 38) eine Primär- und eine Sekundärwicklung aufweist.
15. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Leiterplatte (16) zumindest einen Oszillator (57) aufweist.
16. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Leiterplatte (16) und das zumindest eine Sensorelement (37, 38) in dem Gehäuse (12) mit einer elektrisch nicht leitfähigen Masse fest eingegossen sind.

17. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein vorzugsweise metallisch ausgebildeter Deckel (21) am Gehäuse (12) vorgesehen ist, der eine vorzugsweise schlitzförmige Öffnung (31) aufweist, die zur Aufnahme der ersten Leiterplatte (16) vorgesehen ist.
18. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (12) an einer Außenseite einen Vorsprung (26) oder eine Vertiefung als Verdrehsicherung aufweist.
19. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Außenseite des Gehäuses (12) eine Axialführung vorgesehen ist, welche wenigstens drei sich entlang der Gehäusewand erstreckende Vorsprünge (29) umfasst.
20. Messsonde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (12) in eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten einsetzbar ist und das zumindest eine Anschlussleitung (41) aufweisenden flexible Band (39) durch eine Steckverbindung mit einer Datenverarbeitungsanlage oder einer Signalleitung verbindbar ist.

1 / 3

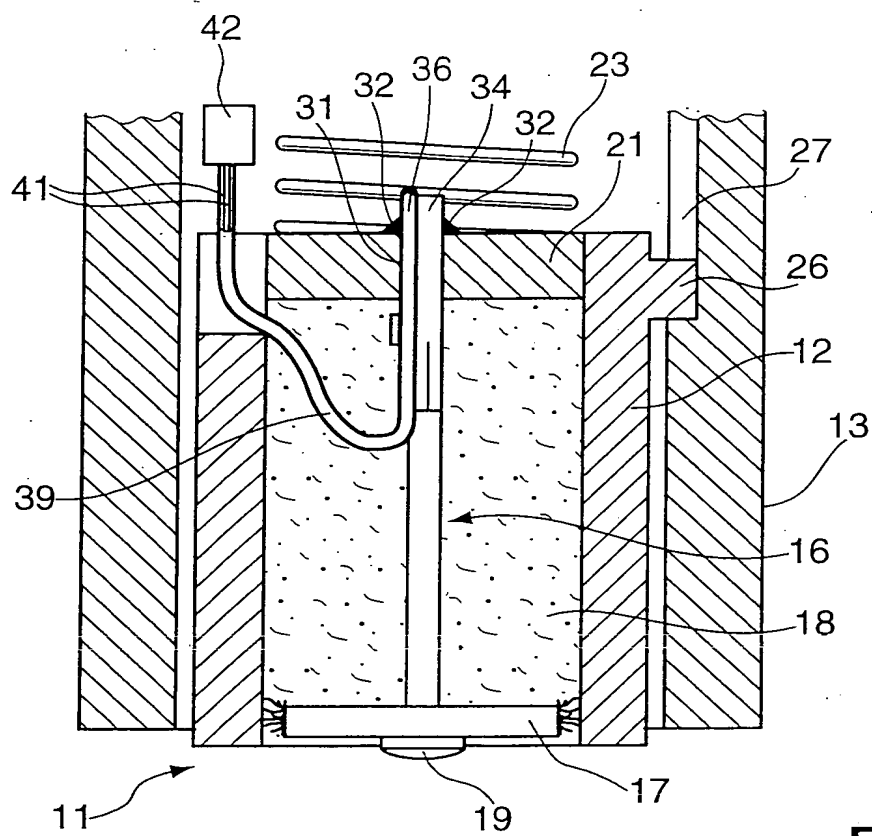


Fig. 1

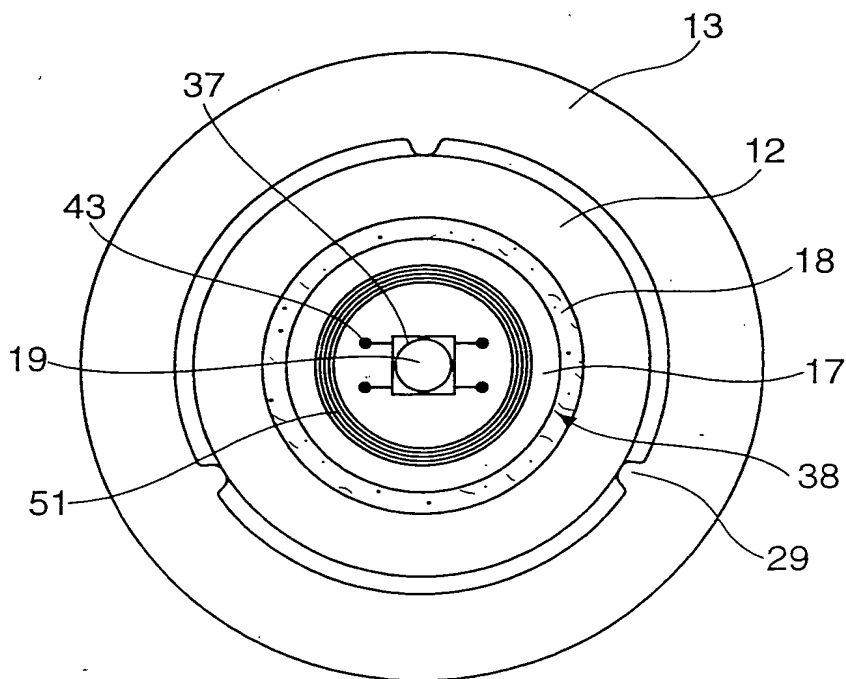


Fig. 2

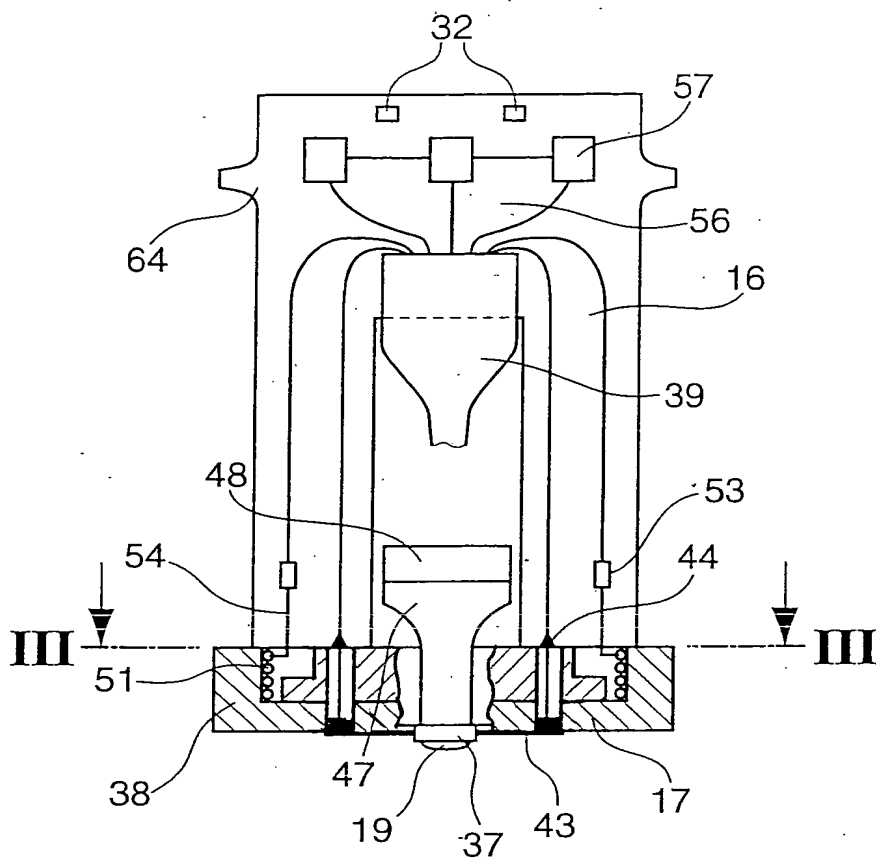


Fig. 3

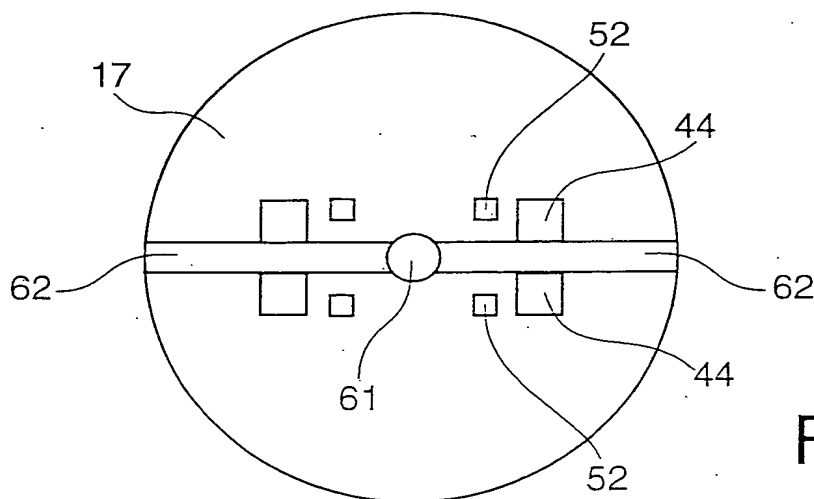


Fig. 4

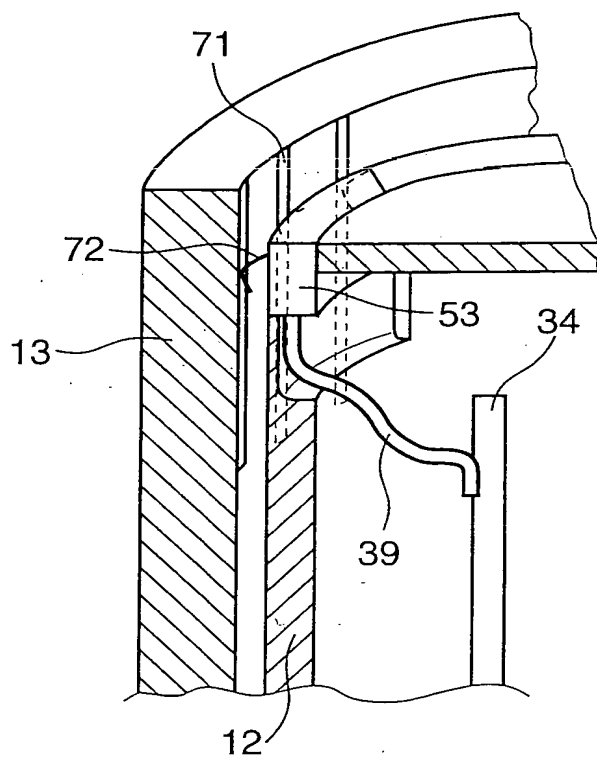


Fig. 5



Mammel und Maser  
Patentanwälte  
European Patent- and Trademark Attorneys

Ulrike Mammel,  
Dipl.-Chem., Dr. rer. nat

Jochen Maser,  
Dipl.-Ing.

Tilsiter Straße 3  
D-71065 Sindelfingen  
Tel. +49(0)7031/81944-0  
Fax +49(0)7031/81944-55  
info@mammelmaser.de  
www.mammelmaser.de

Ust-IdNr. DE813356290

Unser Zeichen: 13 600

Datum: 24. März 2003

Anmelder: Immobiliengesellschaft Helmut Fischer GmbH & Co. KG,  
Industriestraße 21, 71069 Sindelfingen

## **Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten**

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Messsonde, insbesondere für eine Vorrichtung zur Messung der Dicke dünner Schichten, mit einem Gehäuse (12), welches zumindest eine Leiterplatte (16) und zumindest ein der Leiterplatte (16) zugeordnetes Sensorelement (37, 38) aufweist und mit einer Aufsetzkalotte (19), welche am unteren Ende des Gehäuses (12) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, wobei ein flexibles Band (39), welches wenigstens eine Anschlussleitung (41) umfasst, an der zumindest einen Leiterplatte (16) vorgesehen und aus dem Gehäuse (12) herausgeführt ist. (Hierzu Figur 1)

